

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-230023

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

(51)Int.Cl.

F03G 7/00

G09K 19/02

(21)Application number : 10-042974

(71)Applicant : JAPAN ENERGY CORP

(22)Date of filing : 10.02.1998

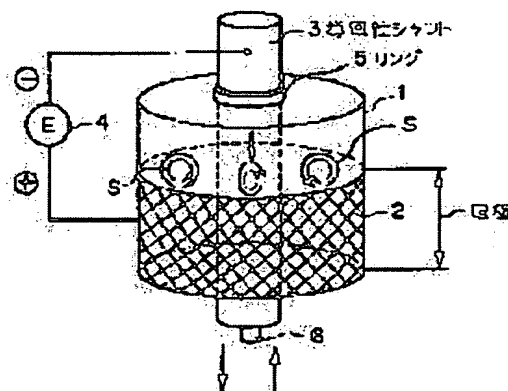
(72)Inventor : OKUBO SHUICHI

## (54) LIQUID CRYSTAL-SYSTEM POWER GENERATOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate the directly output and doubled linear/rotational output by widening the field of application of a liquid crystal-system power generator.

**SOLUTION:** A liquid crystal-system power generator is provided with a cylindrical cell 1 in which a liquid crystals is filed and an electrode 2 is formed on a part of the inner surface, a conductive shaft 3 as an electrode penetrating the center of the cell, a means 5 for superposing the shaft 3, a voltage applying means 4 for applying voltage between a cell electrode and a conductive shaft electrode and generating convex vortices S along the longitudinal direction of the conductive shaft, and a means for switching the polarity of the voltage applying means 4. The output can be doubled by providing a plurality of cells in line across a spacer. A plurality of cylindrical cells are arranged into a ring shape, an annular conductive shaft is provided through it, and therefore, the rotational motion can be taken out.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-230023

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 0 3 G 7/00

C 0 9 K 19/02

識別記号

F I

F 0 3 G 7/00

H

C 0 9 K 19/02

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-42974

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月10日

(71) 出願人 000231109

株式会社ジャパンエナジー

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72) 発明者 大久保 秀一

埼玉県戸田市新曽南3丁目17番35号株式会  
社ジャパンエナジー内

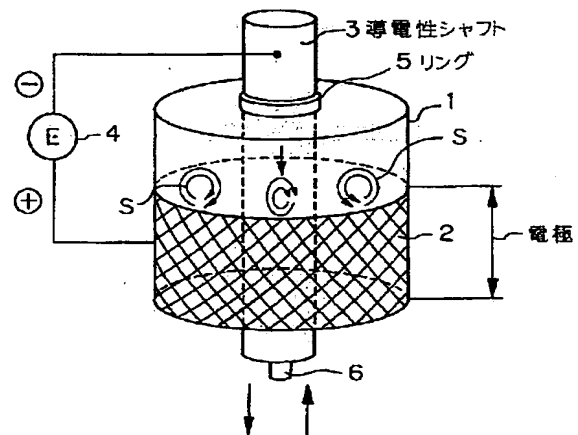
(74) 代理人 弁理士 倉内 基弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 液晶系動力発生装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶系超小型動力発生装置の応用分野を広げ、直動出力及び倍増された直線/回転出力を発生すること。

【解決手段】 液晶Lを封入しそして電極2を内面の一部に形成した筒状のセル1と、該セル中央を貫通する、電極としての導電性シャフト3と、該シャフトを支承する手段5と、前記セル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずSを発生させる電圧印加手段4と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置。セルを複数個スペーサを挟んで直列に設けることによりその出力を倍増することができる。複数の筒状セルをリング状に並べ、それらを通して円環状の導電性シャフトを設けることにより回転運動を取り出すことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成した筒状のセルと、該セル中央を貫通する、電極としての導電性シャフトと、該シャフトを支承する手段と、前記セル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置。

【請求項2】 スペースを挟んで直列に設けられる、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成した、複数の筒状セルと、該複数のセル及びスペース全体の中央を貫通する、電極としての導電性シャフトと、該シャフトを支承する手段と、前記複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置。

【請求項3】 液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成しそして円弧状に形成された、複数の筒状セルを全体として一つの円を形成するようにリング状に配列したセル配列体と、該セル配列体を貫通して設けられる、電極としての円環状の導電性シャフトと、該導電性シャフトの露出部分に連結される該導電性シャフトの回転エネルギーを取り出す手段と、前記複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの周囲方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置。

【請求項4】 液晶がサーモトロピック液晶であることを特徴とする請求項1～3いずれかの液晶系動力発生装置。

【請求項5】 液晶がスメクティック液晶であることを特徴とする請求項4の液晶系動力発生装置。

【請求項6】 液晶がS<sub>c</sub>・C\*相のスメクティック液晶であることを特徴とする請求項5の液晶系動力発生装置。

【請求項7】 液晶がS<sub>c</sub>・A相のスメクティック液晶であることを特徴とする請求項5の液晶系動力発生装置。

【請求項8】 液晶がネマティック液晶であることを特徴とする請求項1～3いずれかの液晶系動力発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セル電極間に封入した液晶に電界を印加するに際して発生する対流うずをエネルギー源とする液晶系動力発生装置に関するものである。本発明動力発生装置は、マイクロマシン用の超小型動力発生装置として適する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、回転系駆動源としては周知の電磁式モーターや超音波モーターなどが実用化されてきた。これらは電磁石、誘電体振動子を使用して回転動力を発生するものである。

【0003】最近、機械加工、医療、精密計測、電子デバイス、光学デバイス等の分野においてマイクロマシンと呼ばれる超小型の機構が要求されるようになり、こうしたマイクロマシンに対しては従来からの駆動源では対応が限界となりつつある。即ち、従来からの駆動源では、小型化自体が限界であり、加えて慣性に対する動力伝達制御問題、潤滑問題等を解決する必要がある。

【0004】こうした要求にこたえるマイクロマシン用の超小型動力発生装置として、本件出願人は、先に、誘電性液体、代表的には液晶に電界を印加するに際して発生する対流うずをエネルギー源とする動力発生装置の開発に成功した（特許番号第2617413号）。この装置は、対向する平行な側面に形成した平行電極間に誘電性液体を充填させた密閉セルと、該電極間への電圧印加に際して対流うずを起こす領域のうず中心に配置される回転子と、該回転子の回転エネルギーを取り出す手段と、平行電極間に電圧を印加する電圧印加手段とを具備することを特徴とするものである。

【0005】図4は、誘電性液体として液晶を使用した上記動力発生装置の原理を示す説明図である。バイレックスガラスのようなガラスにより4側辺を密閉された液晶セルを充填したセル1には、一対の対面する平行な（+）電極2及び（-）電極3が配置されている。これら電極間には電源4より電界が印加される。こうした状態で（+）電極2及び（-）電極3間に電界を印加すると、（-）に帯電した液晶粒子が（+）極に移動して電荷がなくなった後、次々と移動してくる（-）に帯電した液晶粒子に押進せしめられて、電極端を中心として矢印で示すような一対の対流うずが発生する。対流うずの中心に回転子を配置することにより、対流うずの回転方向に回転子シャフトが回転し、その対流エネルギーを動力として取り出すことができる。

【0006】図5は、対流うずの中心に回転子を配置した動力発生装置の具体例の斜視図である。セル1内の一対の対流うず発生領域に一対の回転子5がそれぞれ配置されている。回転子は例えば、出力軸6を有するものとされ、セルの上下面で適宜の手段で支承されている。セルは例えば次のような寸法を有するものとして作成することができる：電極間距離d：約1mm、対流巾a：約1mm弱、セル長辺l：約20mm、セル高さh：約30mm。

【0007】この超小型動力発生装置は、小型光学素子や半導体ウエハ等の微細加工目的の駆動源として威力を発揮する。印加する電圧の大きさをコントロールすることにより発生トルクを容易に調整することができる。回

転子へのトルク伝達は、液晶と回転子間の摩擦により達成されるので、原理的にスリックラッチの機能を有しており、従来の装置のように特別なクラッチを設けずとも慣性問題を排除することができ、また液晶自体の潤滑能力によりの潤滑問題も解決されるという優れた機能を発揮する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記装置は、印加電圧を増加すると回転数は増加し、液晶の種類により異なるが、S、C<sup>\*</sup>相スメクティック液晶（株）ジャパンエナジー製商品名MICO806、密度：0.9g/cm<sup>3</sup>、粘度：0.5Pa・S）を使用して最大60rpmの回転数及び15×10<sup>-3</sup>N・mmのトルクを実現し、またネマティック液晶（メルク社製ZLI-4446、密度：0.9g/cm<sup>3</sup>、粘度：0.05Pa・S）を使用して最大100rpmの回転数及び2.5×10<sup>-3</sup>N・mmのトルクを実現することができた。

【0009】上述した液晶系超小型動力発生装置においては、対流うずの回転方向にその中心に置かれた回転子シャフトが回転し、その対流エネルギーを回転動力として取り出すものであった。一方で、回転出力ではなく、直線往復動（直動という）出力を取り出すことができれば、マイクロマシンとしての有用性も広がる。また、少しでも大きな直動量／トルクを発生させることが望まれる。云々までもなく、発生直動量／トルクが高いほど、超小型であるだけに、その動力発生装置としての価値は高まる。本発明の課題は、上述した液晶系超小型動力発生装置の応用分野を広げ、直動出力及び倍増された直線／回転出力を発生することのできる液晶系超小型動力発生装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記液晶系超小型動力発生装置は、平行電極端を中心として発生する対流うずの中心に回転子シャフトを配置し、うず回転方向に回転子シャフトを回転させるものであった。本発明者は、こうした平行電極に替えて、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成した筒状のセルにおいて、中央を貫通する導電性シャフトを電極として、セル内面電極と導電性シャフト電極との間に電界を適用することにより導電性シャフト長手方向に沿う対流うずを発生させることができ、適宜電極を切り替えることにより導電性シャフトを直動させることができることを想到した。

【0011】かくして、本発明は、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成した筒状のセルと、該セル中央を貫通する、電極としての導電性シャフトと、該シャフトを支承する手段と、前記セル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置を提供する。

【0012】上述したセルを複数個スペーサを挟んで直列に設けることによりその出力を倍増することができる。この観点から、本発明はまた、スペーサを挟んで直列に設けられる、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成した、複数の筒状セルと、該複数のセル及びスペーサ全体の中央を貫通する、電極としての導電性シャフトと、該シャフトを支承する手段と、前記複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置を提供する。

【0013】上述した複数の筒状セルをリング状に並べ、それらを通して円環状の導電性シャフトを設けることにより回転運動を取り出すことができる。この観点から、本発明はまた、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成しそして円弧状に形成された、複数の筒状セルを全体として一つの円を形成するようにリング状に配列したセル配列体と、該セル配列体を貫通して設けられる、電極としての円環状の導電性シャフトと、該導電性シャフトの露出部分に連結される該導電性シャフトの回転エネルギーを取り出す手段と、前記複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの周囲方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とを具備することを特徴とする液晶系動力発生装置を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の液晶系動力発生装置は、図1に示すように、液晶Lを封入した円筒状のセル1において、内面の一部に電極2を形成し、その中央を貫通する導電性シャフト3を電極として、セル内面電極と導電性シャフト電極との間に電源4により電界を適用することにより導電性シャフト長手方向に沿う対流うずSを発生させるものである。図面では、導電性シャフト電極により（-）に帯電した液晶粒子がセル内面電極（+）極に移動して電荷がなくなった後、次々と移動してくる（-）に帯電した液晶粒子に押進せしめられて、電極端でそこを中心とする導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずSが発生する。対流うずSは連続的にしかも一定の速度でセル内周面に沿って発生する。そのため、液晶と導電性シャフトとの摩擦力により導電性シャフトは長手方向に直線移動する。周知の電圧印加手段の極性を切り替える手段を用いて適宜電極を切り替えることにより、導電性シャフト3は反対方向に移動する。導電性シャフトは、例えばセル1の上部及び下部開口部に取り付けられたシールリング5のようなシャフトをシール兼支承する手段（下部の支承手段は図示を省略する）により円滑に直線運動を行えるように支承される。セルは、適宜、把持もしくは固定設置される。セルは例えば次のよ

うな寸法を有するものとして作成することができる：電極間距離：約1mm、対流うず直径：約1mm弱、セル直径：約20mm、セル高さ：約30mm。導電性シャフトの先端には、取り付け具6が付設され、そこに、機械加工、医療、精密計測、電子デバイス、光学デバイス向けの加工具、センサ等が取り付けられる。

【0015】セルは、図1では円形断面を有するものとして示したが、これに制限されるものではなく、多角形断面のものを使用することができる。これらを併せて、ここでは筒状という。極間距離は0.1mm以上で10mm以下の範囲をとることができる。その寸法に応じて対流うず発生領域の寸法も変更することができる。セル周面はバイレックスガラスのようなガラス製とすることが好ましいが、その他の材料の使用も可能である。電極はガラス製のセルが使用される場合にはITOのような透明電極が使用されるが、金属電極、薄膜電極、バルク電極いずれをも使用することができる。基板上にITOその他の薄膜電極をスパッタリングその他の方法により形成したものを対向させて使用することが好ましい。電極は、セル長さの内周面の少なくとも一部もしくはその内周面の少なくとも一部に形成される。

【0016】導電性シャフトの表面は、液晶対流の摩擦力が強いので平滑表面でもよいが、より効率的に出力を取り出すためには表面粗化、横溝型等の構成をとることが好ましい。導電性シャフト材料は、軽金属のような導電性の材料いずれも使用することができるが、ガラス、セラミック、プラスチックのような非導電性の材料に金属、ITOのような導電性材料をコーティングしたものを使用することが好ましい。

【0017】こうして、本発明の超小型動力発生装置は、小型光学素子や半導体ウエハ等の微細加工目的の駆動源として威力を発揮する。印加する電圧の大きさをコントロールすることにより発生出力を容易に調整することができる。導電性シャフトへの出力伝達は、液晶と導電性シャフト間の摩擦により達成されるので、原理的にスリックラッチの機能を有しており、従来の装置のように特別なクラッチを設けずとも慣性問題を排除することができる。液晶自体の潤滑能力によりの潤滑問題も解決される。

【0018】図2は、上述した液晶系動力発生装置を複数個スペーサを挟んで直列に設けることによりその出力を増加することを目的とする装置である。図2において、液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成したセル1が、ここでは3つ、スペーサ7を挟んで直列に配列されている。電極としての導電性シャフト2が、これらセル及びスペーサ全体の中央を貫通している。複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの長手方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段4が接続されている。図1と同じ原理により、各セルにおいて、対

流うずSが連続的にしかも一定の速度でセル内周面に沿って発生する。各セルが液晶と導電性シャフトとの摩擦により導電性シャフトは長手方向に直線移動し、全体としてその直線方向出力を増加する。周知の電圧印加手段の極性を切り替える手段を用いて適宜電極を切り替えることにより、導電性シャフト3は反対方向に移動する。

【0019】図3は、上述した複数の筒状セルをリング状に並べ、それらを通して円環状の導電性シャフトを設けることにより回転運動を取り出すことを目的としたものである。上述したのと同様の液晶を封入しそして電極を内面の一部に形成しそしてこの場合は円弧状に形成された、複数の筒状セル1を全体として一つの円を形成するようにリング状に配列したセル配列体が設けられる。電極としての円環状の導電性シャフト3が、セル配列体を貫通して取り付けられる。導電性シャフトの露出部分に支持腕8が放射状に連結されそしてその内端に連結軸9のような導電性シャフトの回転エネルギーを取り出す手段が設けられる。図示は省略するが、図1及び2と同様に、複数のセルの各々のセル電極と導電性シャフト電極との間に電圧を印加して、各セルにおいて該導電性シャフトの周囲方向に沿う対流うずを発生させる電圧印加手段と、該電圧印加手段の極性を切り替える手段とが装備される。セルは、適宜、把持もしくは固定設置される。各セルが液晶と導電性シャフトとの摩擦により導電性シャフトを円周方向に移動し、全体としてその円周方向出力を増加する。周知の電圧印加手段の極性を切り替える手段を用いて適宜電極を切り替えることにより、導電性シャフト3は反対方向に回転移動する。

【0020】液晶は、或る種の有機化合物結晶を熱すると、一定の温度で融解し白濁した粘稠な液体となり、白濁した液体は光学的に異方性であり、光学的に等方な通常液体と区別して液晶と呼ばれている。本発明で使用する液晶としては、電圧印加に際して流動し対流現象を発生する液晶のすべてを対象とする。液晶は、若干の見解の相違があるものの、基本的には次のように分類することができる：

(A) リオトロピック（ライオトロピック）液晶

(B) サーモトロピック液晶

(B-1) ネマチック液晶（コレステリック液晶）

(B-2) スメクティック液晶（例：S、A相、S、C相、S、C\*相）

(B-3) ディスコティック液晶

【0021】リオトロピック液晶は、溶媒との相互作用で液晶となるもの一般を指し、各種のミセル構造（球状、柱状、管状）やラメラ構造のような分子集合体を形成するものである。リオトロピック液晶は、各種の石けん類、界面活性剤、脂質類、或る種の金属の水和酸化物、ブロック共重合体などの親水基と疎水基とを併せ持つ両親媒性化合物を水またはその他の溶媒と適当な割合

\*相、 $S_n$ 、 $C^*$ 相が知られている。 $S_n$ 、 $C^*$ 相は、 $S_n$ 、 $C$ 相にキラル基のついた液晶を混合したものである。

【0023】本発明は、液晶のうちでも、特定的には、サーモトロピック液晶、特にネマチック液晶並びにS<sub>a</sub>、A相、及びS<sub>c</sub>、C\*相を代表例とするスメクティック液晶を使用することが好ましい。特に、S<sub>c</sub>、C\*相スメクティック液晶を使用することが好ましい。

【0024】表1及び2は、市販のS<sub>1</sub>C<sup>+</sup>相スメクティック液晶の構造式及び温度特性を挙げたものである。

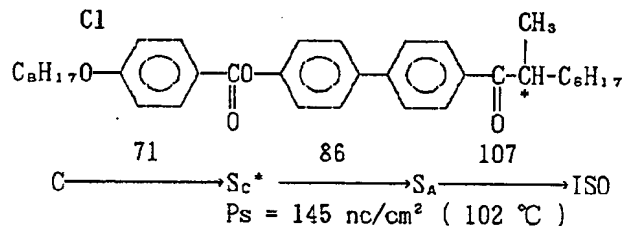
【0025】

【表 1】

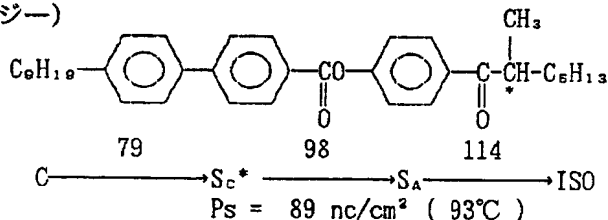
ち、温度範囲が広い安定なものとしてS<sub>2</sub>、A相、S<sub>2</sub>、C\*

商品名 \_\_\_\_\_ 化学式及び温度物性 \_\_\_\_\_

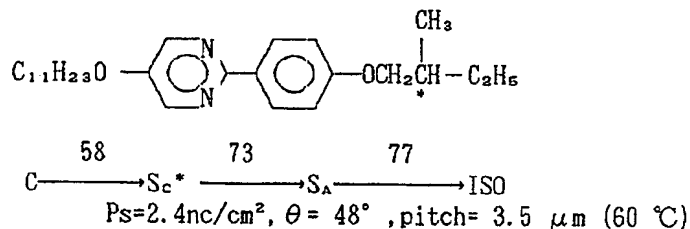
(株) ジャパンエナジー



(株) ジャパンエナジー



(帝国化学)



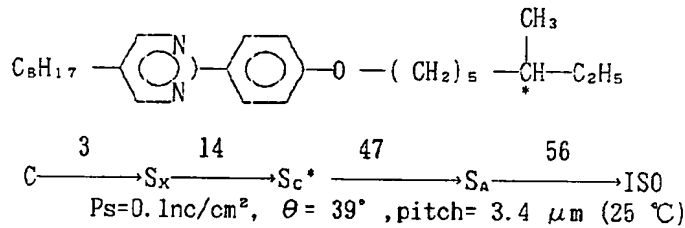
【表2】

商品名

化学式及び温度物性

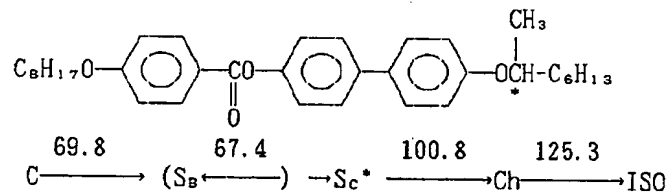
HS-98P

(帝国化学)



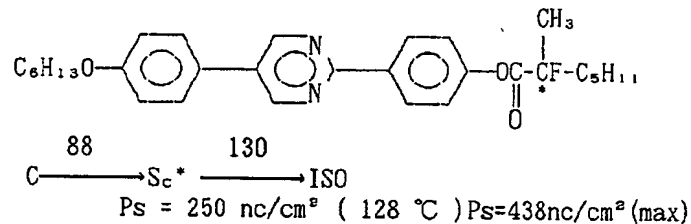
No. 13-8

(関東化学)



PY3BMFO605

((株) ジャパンエナジー)



【0027】

【発明の効果】先行技術の液晶系超小型動力発生装置の応用分野を広げ、直動出力及び倍増された直線/回転出力を発生することのできる液晶系超小型動力発生装置を提供することに成功した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の動力発生装置の具体例の斜視図である。

【図2】本発明の動力発生装置の別の具体例の斜視図である。

【図3】本発明の動力発生装置のまた別の具体例の斜視図である。

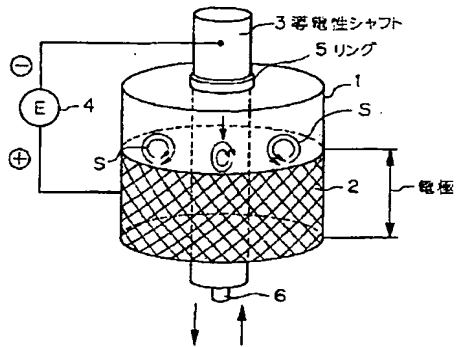
【図4】先行技術の動力発生装置の原理を示す説明図である。

30 【図5】先行技術において対流うずのうず中心に回転子を配置した動力発生装置の具体例の斜視図である。

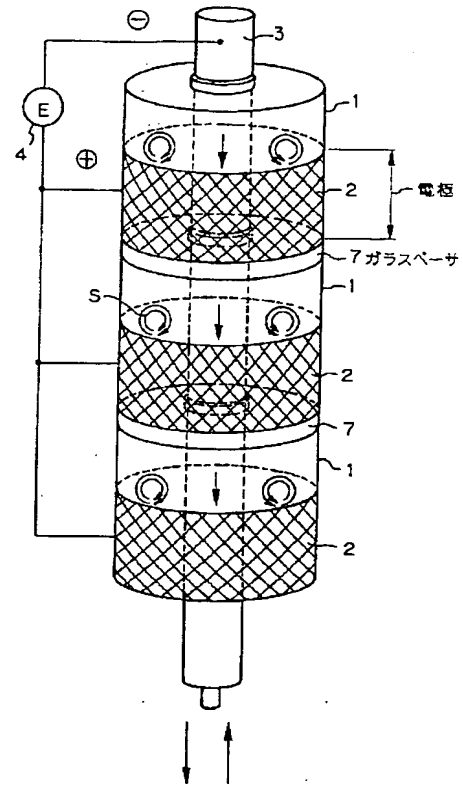
【符号の説明】

- L 液晶
- S 対流うず
- 1 セル
- 2 電極
- 3 導電性シャフト(電極)
- 4 電源
- 5 リング
- 6 取り付け具
- 7 スペーサ
- 8 支持腕
- 9 連結軸

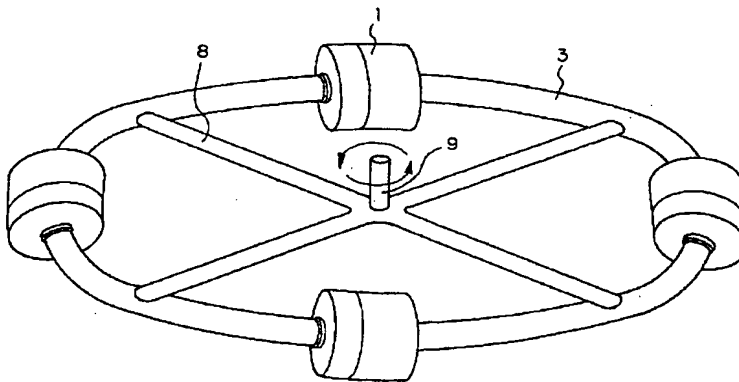
【図1】



【図2】

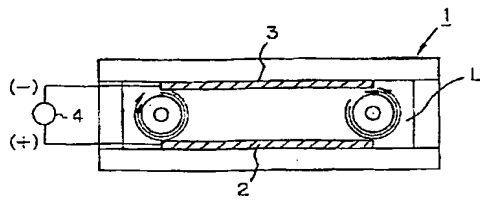


【図3】





【図4】



【図5】

